



Нанесение защитных покрытий на алюминиевые фольги в магнетронном разряде



Выполнили: Лозбенев Николай, Пришвицын Александр, ГБОУ города Москвы лицей № 1511 при НИЯУ «МИФИ», 11 класс

Научный руководитель: Зибров Михаил Сергеевич, студент кафедры «Физика плазмы» НИЯУ МИФИ

Консультанты: Писарев А.А., д.ф.-м.н., профессор кафедры «Физика плазмы» НИЯУ МИФИ; Бернт Д.Д., студент НИЯУ МИФИ.

Цель работы:

1. Нанесение различных покрытий на алюминий в стационарном магнетронном разряде с целью его защиты от коррозии в агрессивных средах
2. Сравнение защитных свойств получаемых покрытий.

Введение

Алюминий:

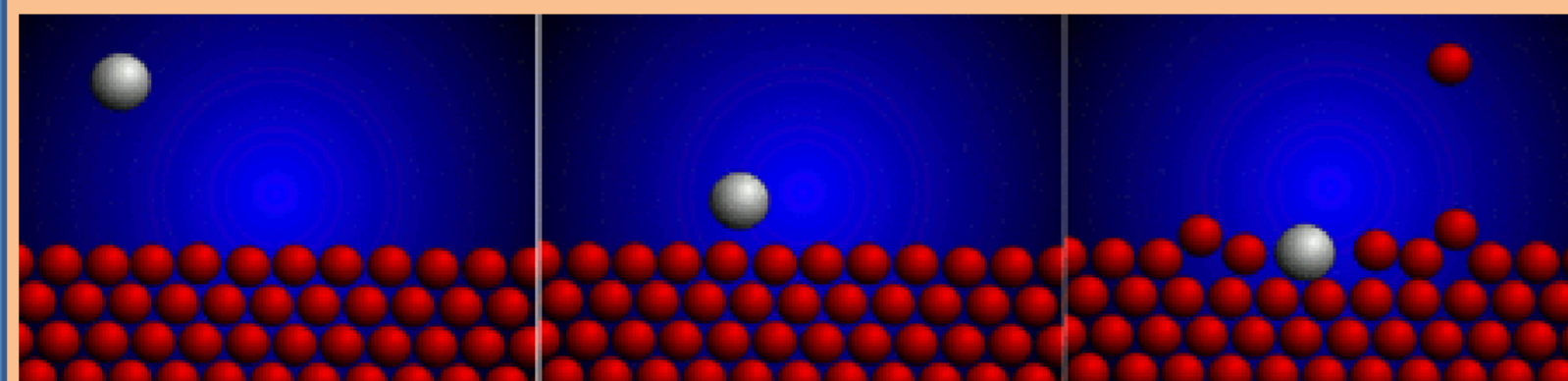
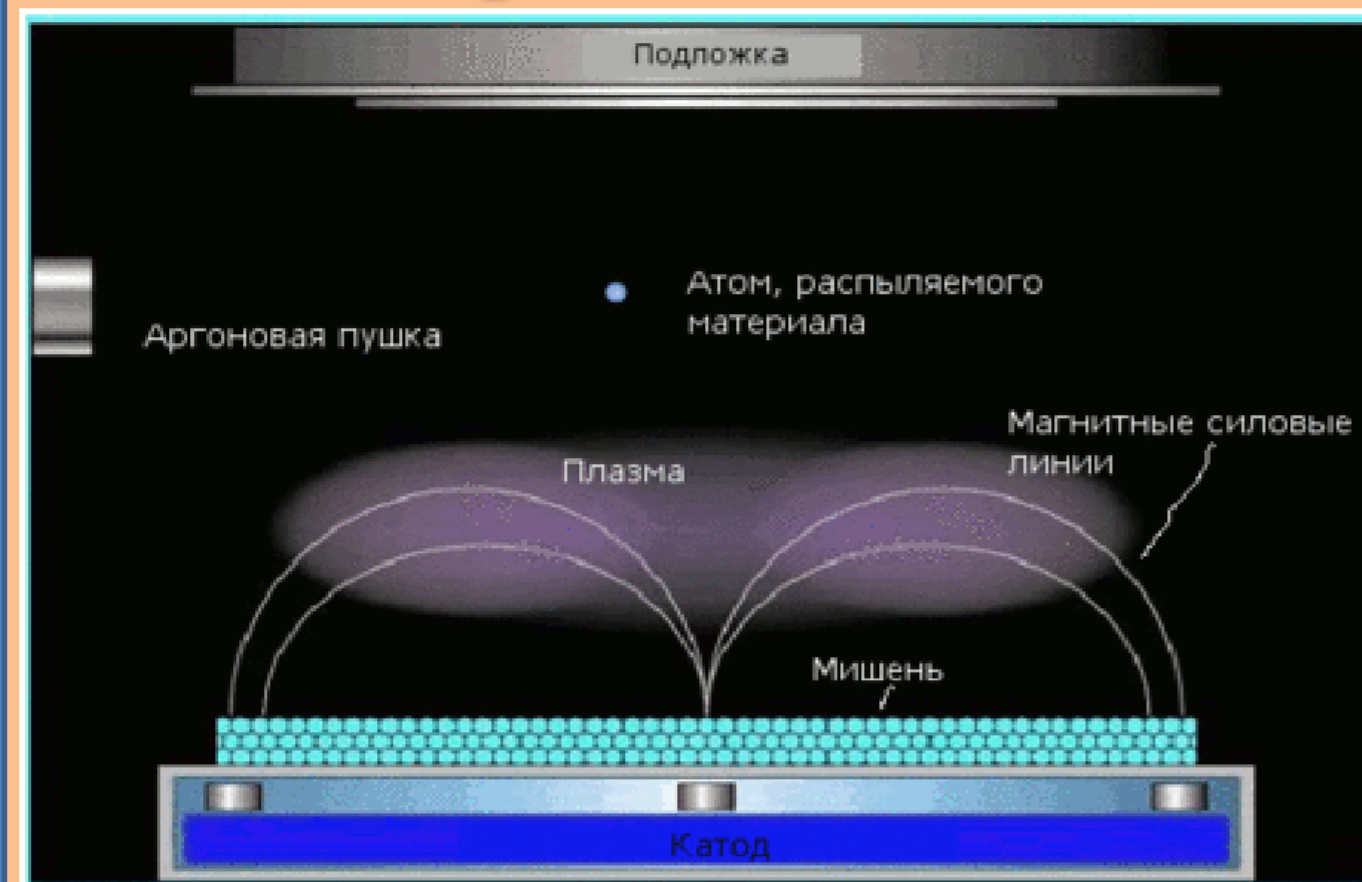
- Легкий, простотой в обработке материал с высокой тепло- и электропроводностью, и относительно невысокой стоимостью
- Широко используется в электротехнической промышленности
- Подвержен коррозии в агрессивных средах (щелочах)

➤ Необходимо создание плотных электропроводящих защитных нанопокровов на алюминии, стойких к электрохимическому воздействию и непроницаемых для агрессивных веществ.

Углерод:

- химически инертен при комнатных температурах
 - недорогой материал
 - значительное уменьшение проницаемости водорода через вольфрам, покрытый углеродной пленкой
- Можно предположить, что углерод является подходящим материалом для создания защитных покрытий. Также можно рассматривать такие металлы, как титан, медь, хром и другие, которые являются химически инертными. Перспективными могут быть смешанные пленки, в частности, углеродно-титановые.

Магнетронные системы



Принцип работы магнетронных систем

Преимущества:

- Осаждение пленок происходит за счет распыления мишени, расположенной на катоде, ионами аргона, образующимися в плазме магнетронного разряда.
- Высокая скорость нанесения покрытий и низкие давления рабочего газа.
- Возможно создание плотных и однородных покрытий с хорошей адгезией.



Магнетронный разряд в форме кольца

Нанесение углеродных покрытий

Порядок проведения экспериментов:

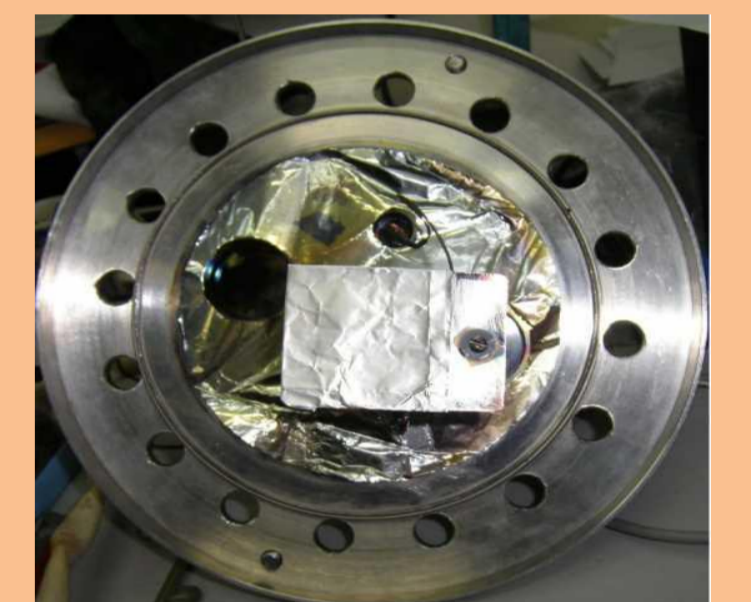
- 1) Травление образца (ионами аргона из плазмы магнетронного или тлеющего разряда)
- 2) Очистка катода
- 3) Осаждение пленки



Углеродная пленка



Катод магнетрона, выложенный графитовой бумагой



Система крепления образца, расположенная на крышке камеры

Установка «Магнетрон»

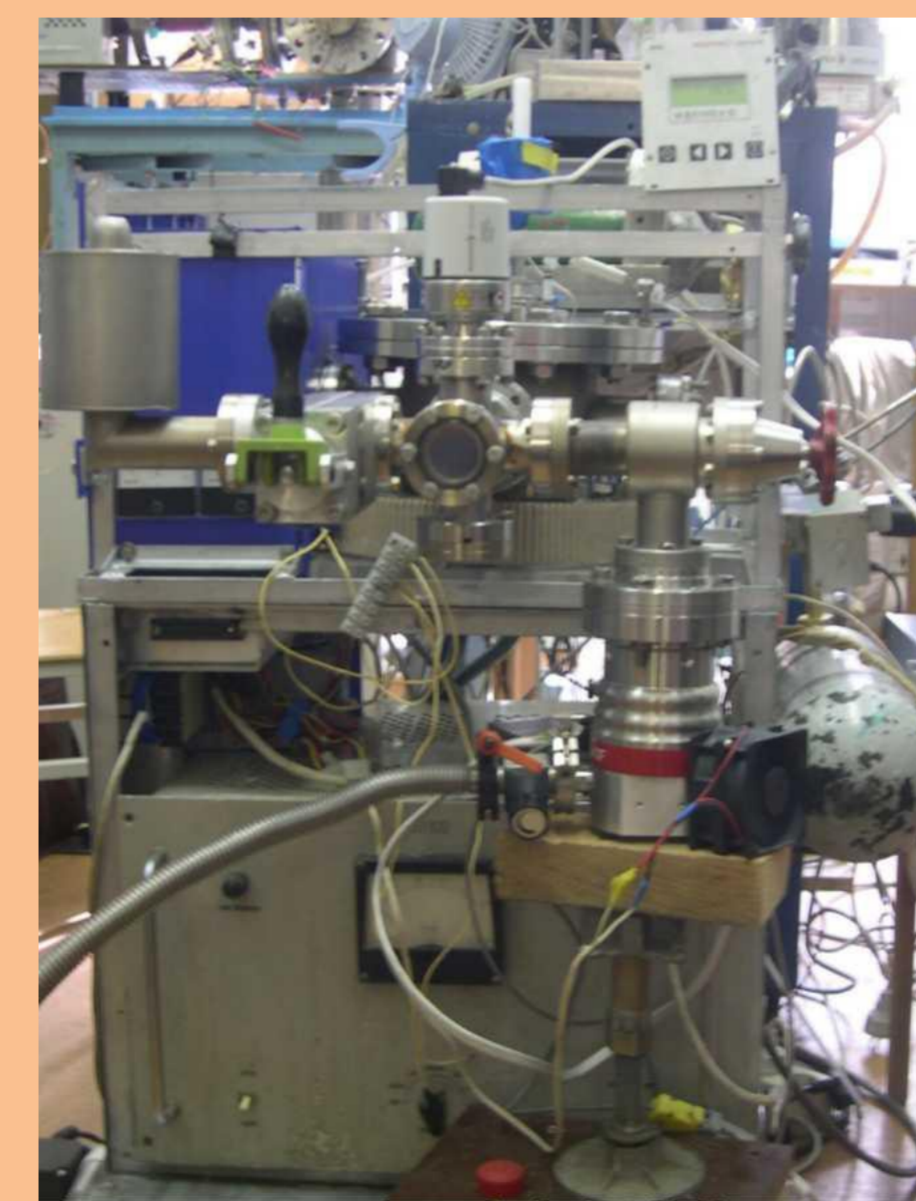
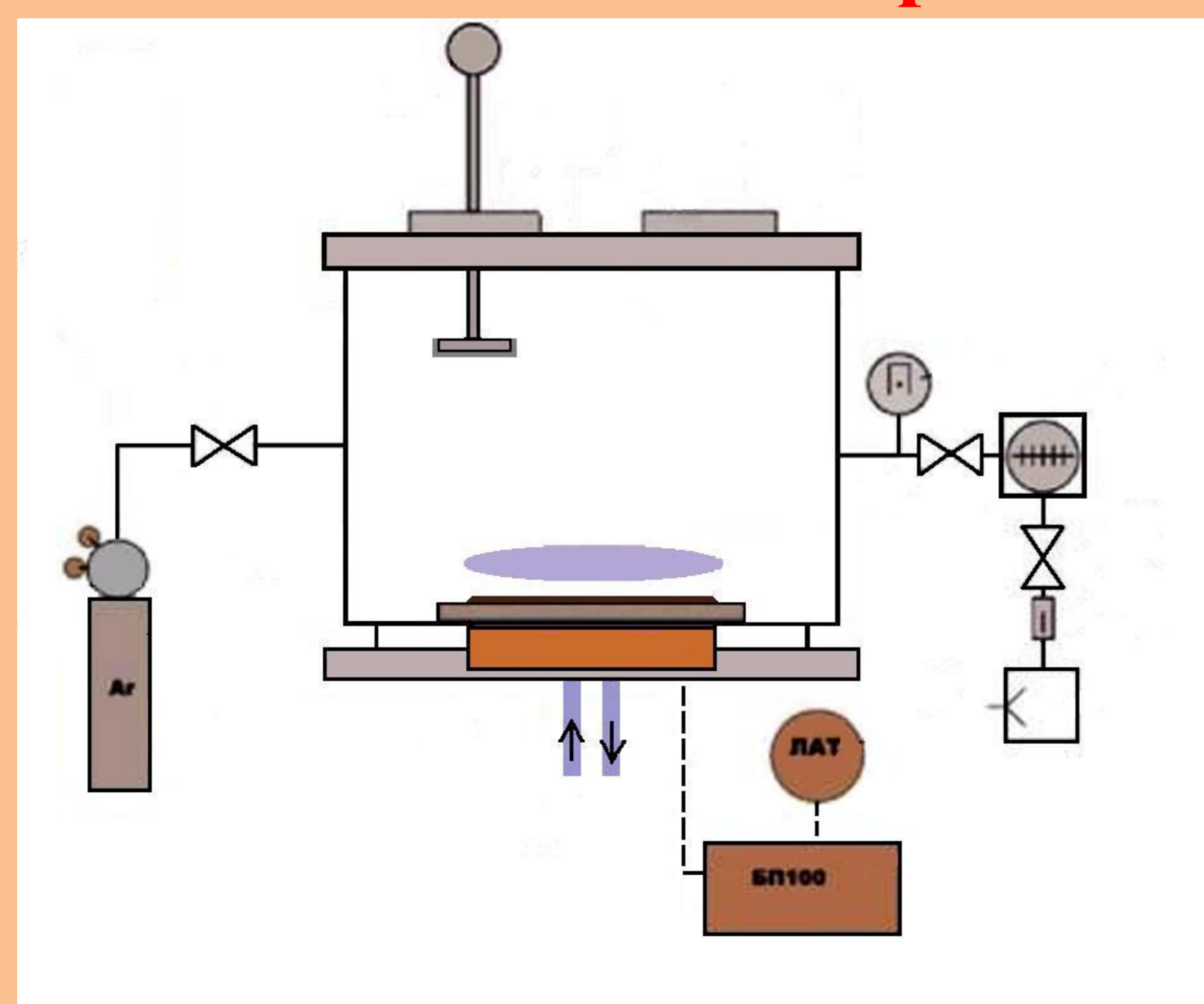


Схема и внешний вид установки «Магнетрон»

Основные части установки:

вакуумная камера, магнетронный узел, блок питания, система управления напуском газа, система крепления образца и подачи на него напряжения смещения, система откачки, измерители давления.

Нанесение смешанных С-Ті покрытий

Были проведены две серии экспериментов:

1. С 2 кусочками титана на катоде



Графитовый катод, с кусочками титана

2. С 4 кусочками титана на катоде

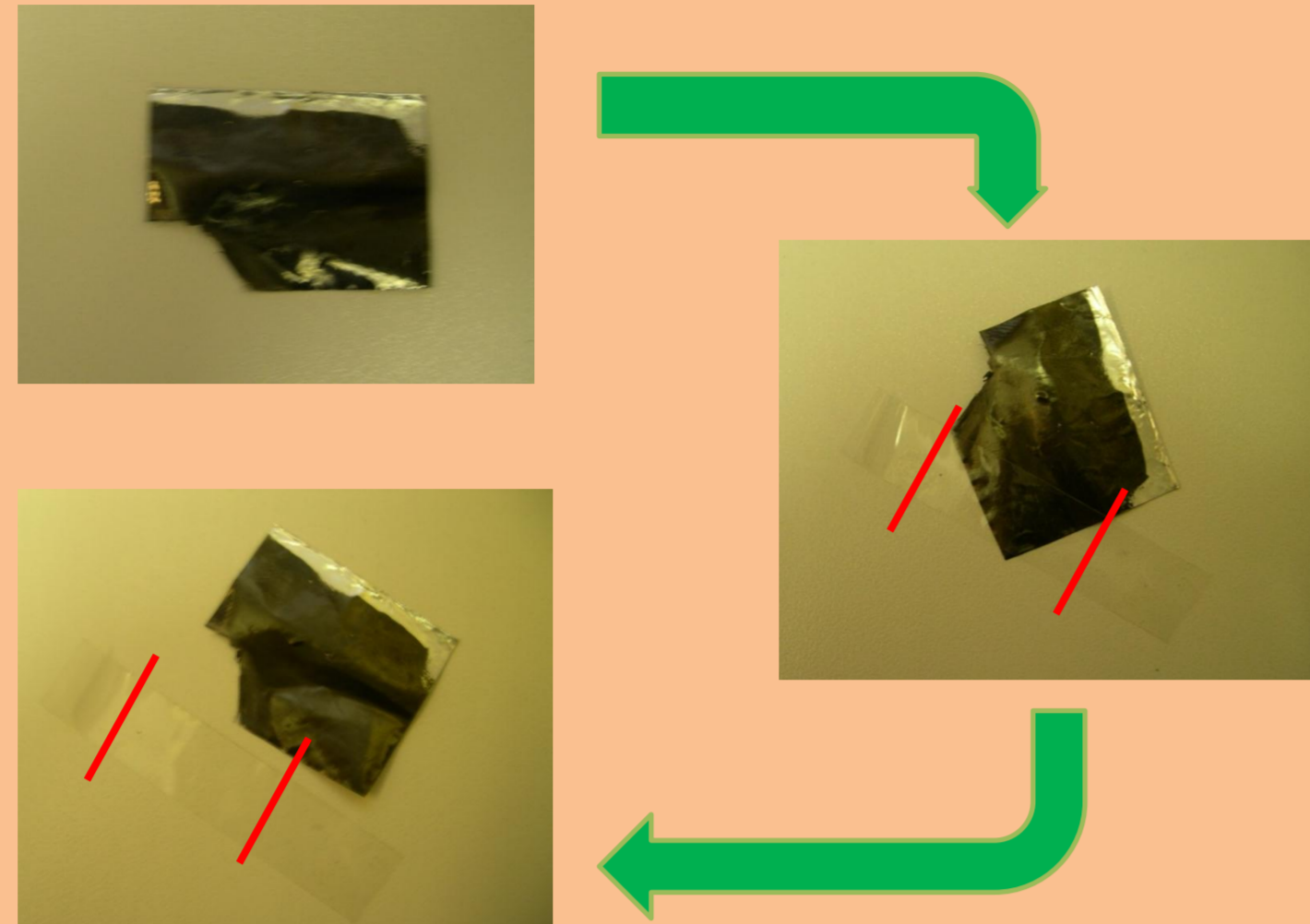


Анализ полученных образцов

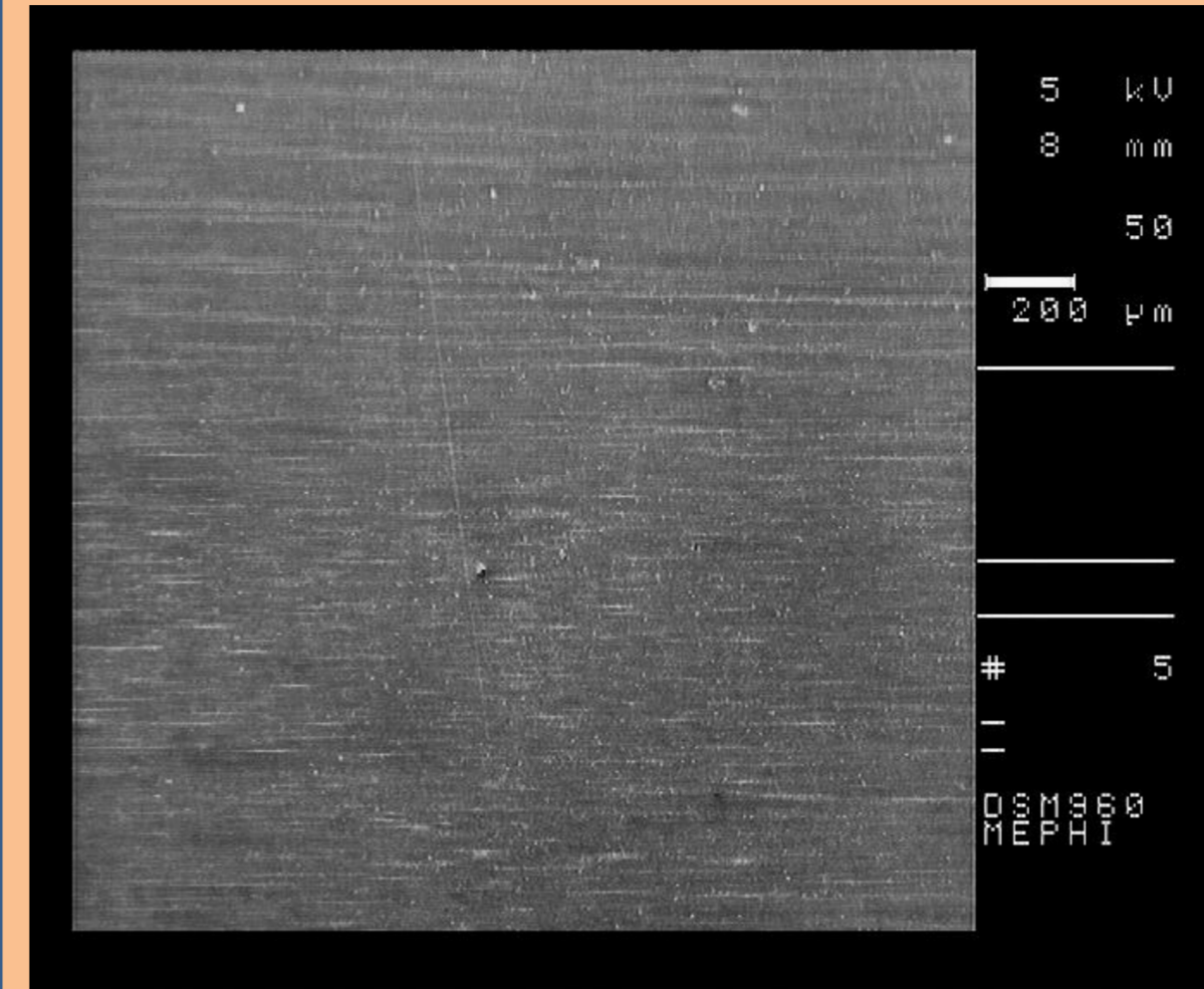
«Скотч» - тест

Для оценки сцепления (адгезии) пленки с подложкой проводился так называемый «скотч-тест»: к участку образца приклеивался кусок клейкой ленты (скотча) и затем отдирался. Если после отклеивания скотча покрытие сохранялось, то это говорит о хорошей адгезии пленки к подложке.

У всех образцов наблюдалась высокая степень адгезии.

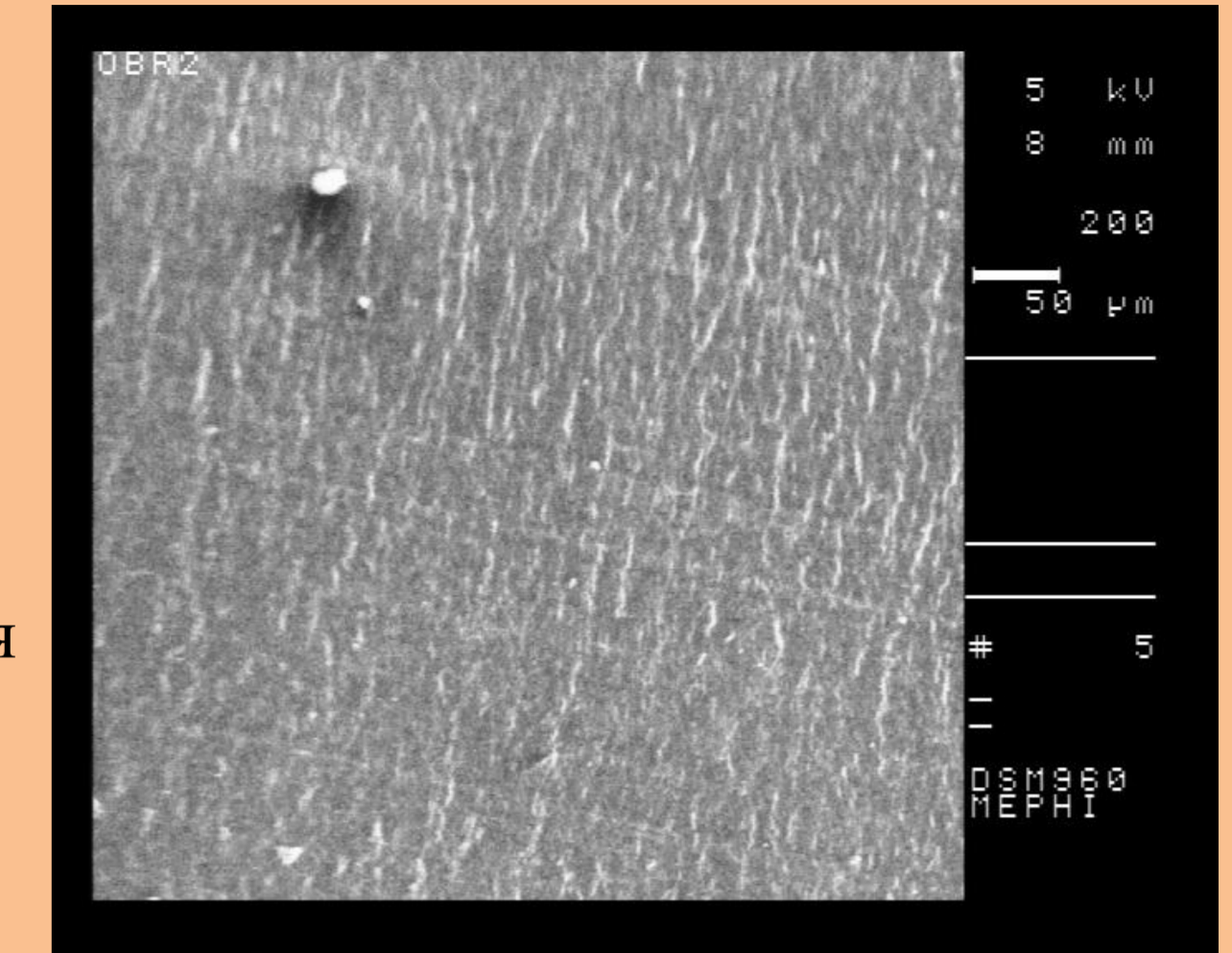


Исследование на РЭМ



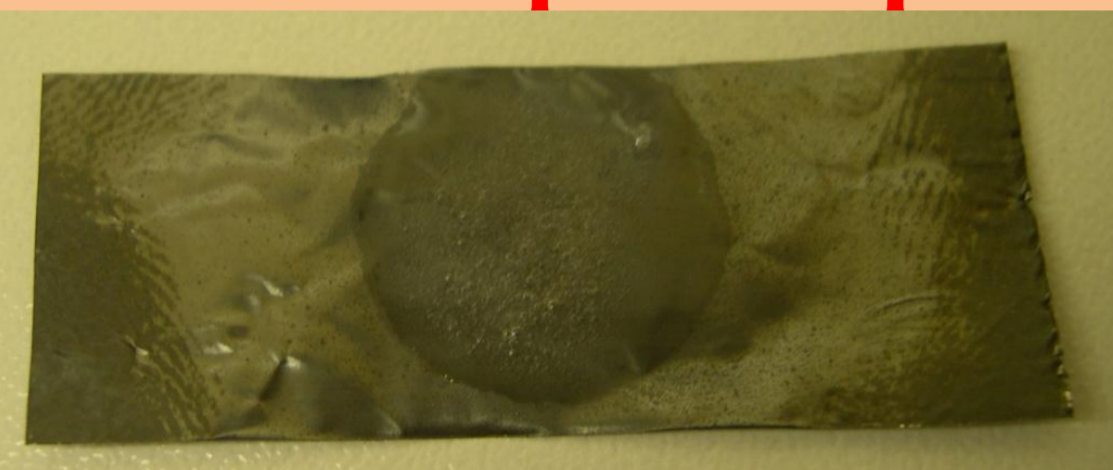
РЭМ изображение углеродной пленки.

Рельеф поверхности пленок и их структура исследовались на растровом электронном микроскопе (РЭМ). Видно, что углеродная пленка более однородна, чем смешанная углерод – титановая.



РЭМ изображение углерод - титанового покрытия

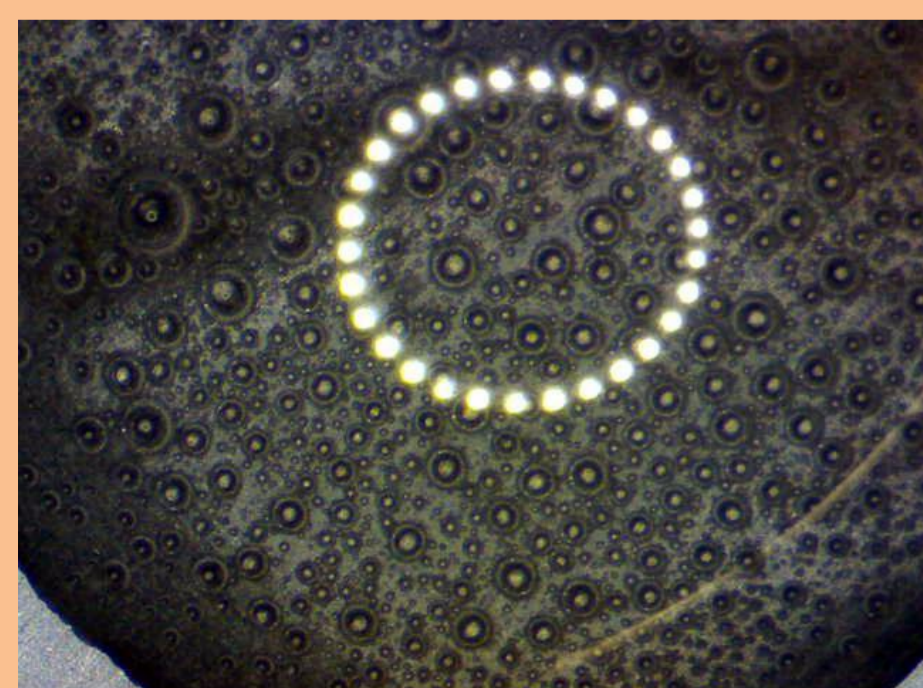
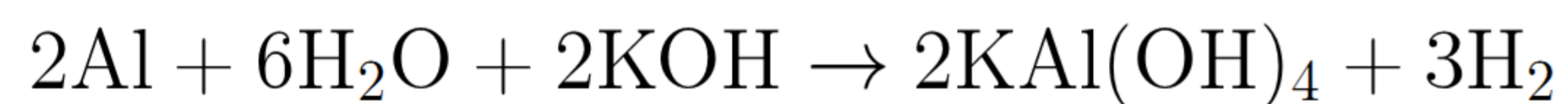
Тест на воздействие 30% водного раствора КОН



Плѐнка из чистого углерода при взаимодействии с щелочью

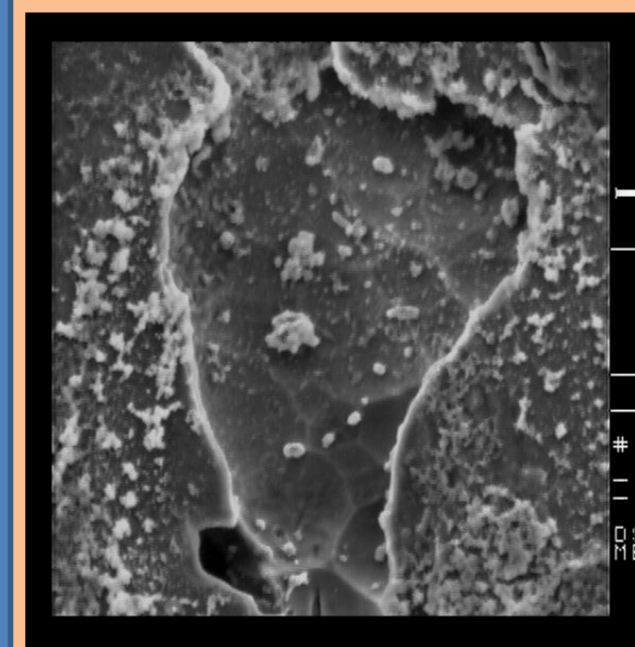


Углерод -титановая пленка после воздействия щелочи

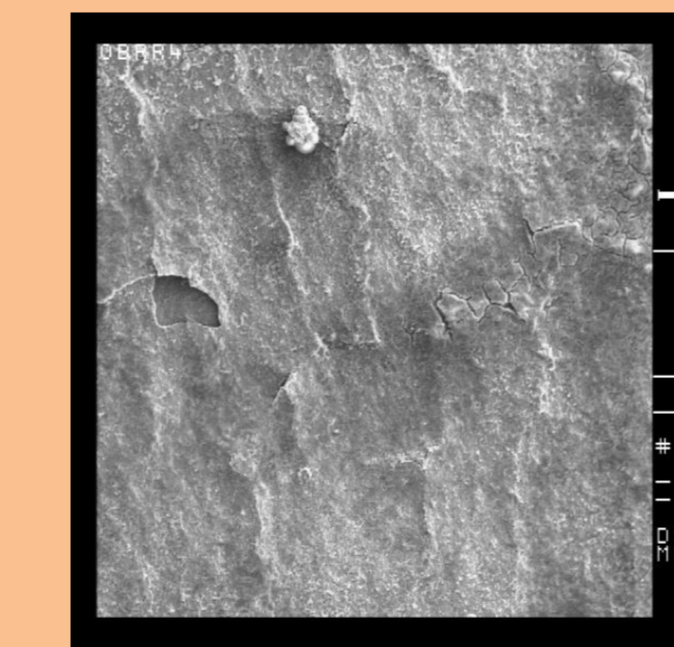
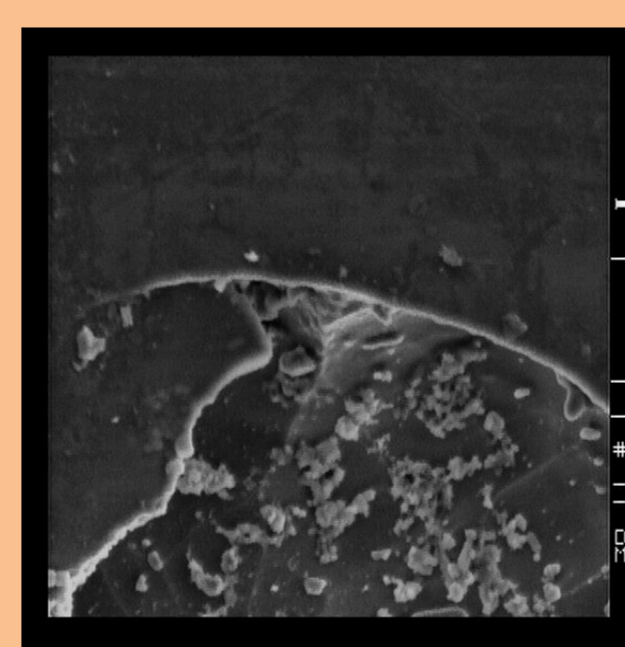


При контакте с раствором щелочи практически сразу наблюдалось газообразование. В некоторых местах фольга протравлена насквозь

РЭМ изображение поверхности плѐнок после воздействия щелочи.

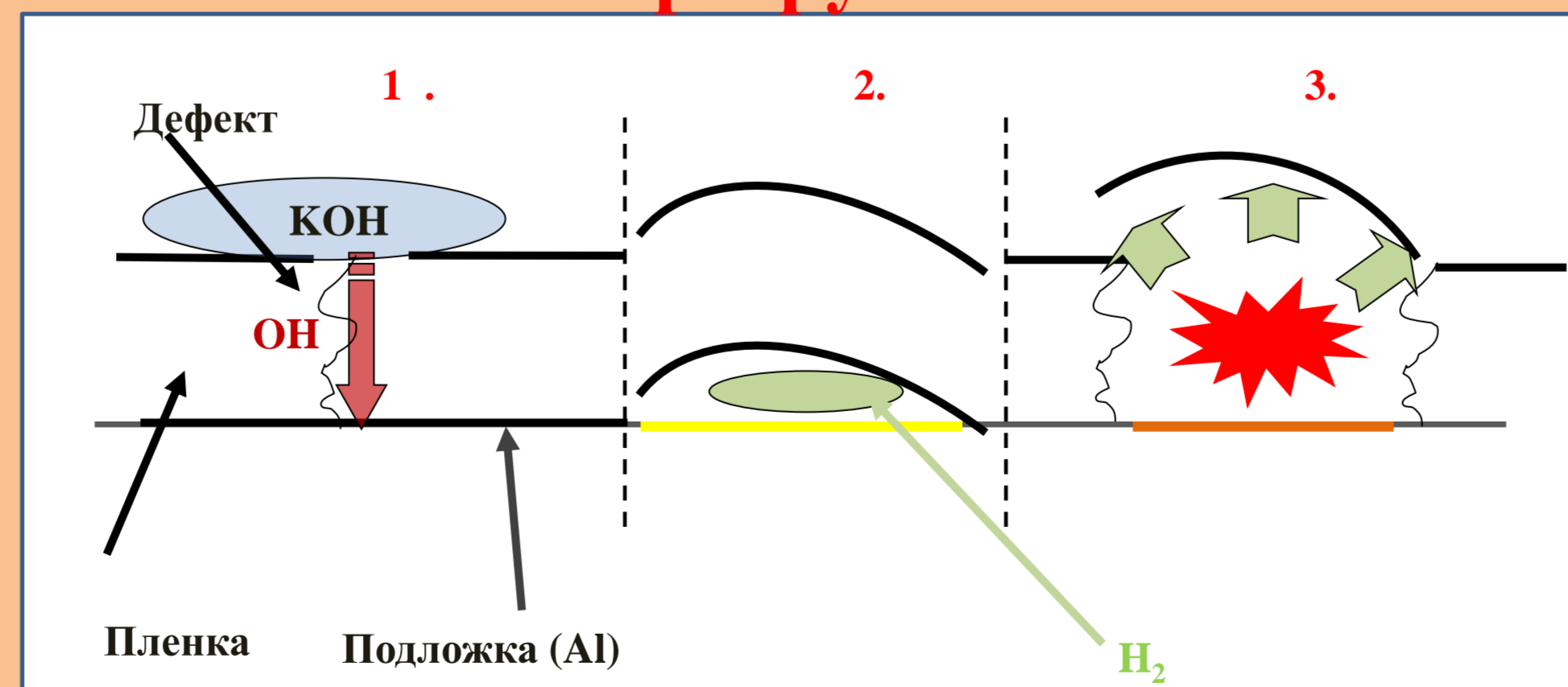


Углеродное покрытие



Углерод - титановое покрытие

Механизм разрушения пленок



Стадии:

1. Проникновение ионов OH сквозь покрытие
2. Накопление водорода под покрытием
3. Разрушение пленки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Были получены 3 вида покрытий на алюминии с хорошей адгезией.
2. Исследованы свойства полученных покрытий и показано, что они разрушаются и не защищают алюминий от воздействия щелочи.
3. Предложен механизм разрушения покрытий, которое происходит в результате их растрескивания под действием давления водорода в пузырьках, образующихся на границе раздела алюминия и покрытия.

Применение: Использование таких покрытий в промышленности может привести к удешевлению некоторых электротехнических приборов (в частности конденсаторов). В будущем необходимо улучшать качество покрытия, чтобы добиться лучшей защиты подложки от агрессивного воздействия внешней среды, а также можно пробовать наносить покрытия из других материалов.

Используемая литература:

- Зибров М.С. «Магнетронное нанесение защитных покрытий на алюминиевые фольги для суперконденсаторов»: отчет о преддипломной практике. НИЯУ МИФИ, 2011.
- Курнаев В.А. Плазма – XXI век. М.: МИФИ, 2008.
- Каштанов П.В., Смирнов Б.М., Хиплер Р. «Магнетронная плазма и нанотехнология». Успехи физических наук, т. 177, №5, 2007.

Работа выполнена на кафедре № 21 НИЯУ МИФИ 2011-2012 уч. год